

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 650 904  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : 89 10842

(51) Int Cl<sup>5</sup> : G 06 K 11/08.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 11 août 1989.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 15 février 1991.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : ASCHHEIM Raymond et SIMERAY Janick. — FR.

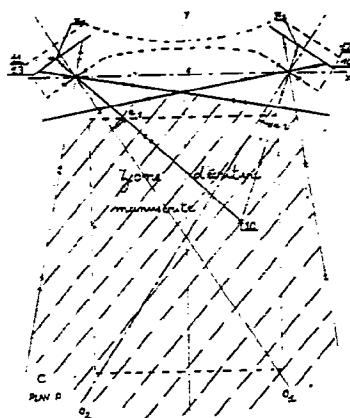
(72) Inventeur(s) : Raymond Aschheim ; Janick Simeray.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Raymond Aschheim.

(54) Lecteur automatique instantané.

(57) Lecteur automatique instantané de l'écriture manuscrite en temps réel associant un stylo muni d'une source lumineuse à deux capteurs optiques mesurant la position de la source lumineuse. Les capteurs optiques sont des capteurs angulaires de type barrette CCD. La mesure instantanée de la position du stylo sur le papier permet la mesure des trajectoires d'écriture.



FR 2 650 904 - A1

D

L'invention concerne la réalisation d'un capteur optique susceptible de mesurer avec une grande fréquence et avec précision la position d'une ou plusieurs sources lumineuses ponctuelles situées dans le champ optique du capteur et donc de mesurer la position et le déplacement à chaque instant d'un mobile support de cette ou de ces sources lumineuses.

5        Un tel capteur permet notamment de mesurer la position et les déplacements d'une extrémité de stylo munie d'une source lumineuse à proximité de la pointe d'écriture. Dans ce cadre l'application est la lecture de l'écriture manuscrite en temps réel, l'enregistrement et l'interprétation sont effectués au moyen d'un logiciel traitant les trajectoires et les vitesses du stylo mesuré par le système.

10       Une autre application d'un tel système concerne une interface utilisateur - système informatique permettant à l'utilisateur en maniant le stylo ou toute autre source ponctuelle de lumière de commander des processus graphiquement et en temps réel. Ce système est utile aux programmes de jeux, aux logiciels de C.A.O. et à certains logiciels de simulation.

Des systèmes de reconnaissance d'écriture en temps réels ont été développés, 15 utilisant des combinaisons de moyens optiques, mécaniques et électroniques. Citons pour mémoire le brevet US 3182291 du 4 mai 65 "Utensil for writing and simultaneously recognising the written symbols" qui détecte les mouvements du stylo devant deux sources de lumières à partir des variations relatives des intensités lumineuses émises par les deux sources, reçues sur le stylo. Le brevet US 4241409 du 23 décembre 1980 "Hand held 20 pen-size calculator" mesure les efforts appliqués sur la mine en cours d'écriture et les interprète. Le brevet FR 82 08634 de M. Sérina décrit un stylo détectant optiquement la direction du dernier segment écrit. Un manque de performances apparaît, seule une mesure instantanée et précise de la position de la pointe d'écriture permet une mesure suffisante et exploitable.

25       Description des planches.

- En figure 1, schéma de principe de la géométrie du capteur
- En figure 2, géométrie avec miroir et superposition des images
- En figure 3, description d'un récepteur optique
- En figure 4, courbe de luminosité sur le récepteur en présence d'une source

30       lumineuse ponctuelle.

- En figure 5, traitement du signal du récepteur optique pour extraire la coordonnée de l'image de la source lumineuse.

- En figure 6, Description d'un exemple de l'organigramme de l'électronique de traitement

35       - En figure 7, Exemple de réalisation d'un stylo, de sa source de lumière ponctuelle et du contacteur par pression.

Suivant l'invention, le capteur optique mesure la position instantanée d'une source lumineuse ponctuelle 10 dans son champ optique objet : voir figure 1.

Le champ optique objet C du capteur est dans un plan P, c'est l'intersection des champs optiques des récepteurs optiques 11 et 12 : des secteurs angulaires plans de sommets 11 et 12 et d'angles non spécifiques.

C'est la zone d'écriture, où la position d'une source lumineuse peut être mesurée, elle est hachurée. Le plan P est parallèle au support de l'écriture : le contour d'une feuille est représenté en pointillés. Dans le secteur plan les coordonnées sont mesurées par rapport à un système de deux axes X, Y liés au capteur. Les récepteurs optiques 11 et 12 ont des axes de symétries O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub>, appelés axes optiques. C'est par rapport à ces axes optiques que les angles a<sub>1</sub> et a<sub>2</sub> des directions relatives de la source 10 sont définis. La relation mathématique entre les angles a<sub>1</sub> et a<sub>2</sub> et les coordonnées cartésiennes x, y de la lumière est univoque et son expression n'apporte rien à la clarté de la description. La mesure des angles a<sub>1</sub> et a<sub>2</sub> permet donc celles des coordonnées x, y de la source 10. Chacun des récepteurs optiques est muni d'une lentille permettant de conjuguer leur secteurs angulaires plans respectifs à leurs images respectives sur des supports plans 13 et 14 proches des foyers desdites lentilles. Les images sont des segments dans le plan P contenant les foyers des lentilles. L'image de la lumière est une tache lumineuse sur le segment. Les angles a<sub>1</sub> et a<sub>2</sub> se calculent à partir des abscisses x<sub>1</sub> et x<sub>2</sub> des taches lumineuses sur le segment, par

$$x_1 = F \tan a_1 \text{ et } x_2 = F \tan a_2.$$

En figure 2 suivant une projection horizontale en A et verticale en B est représentée une autre géométrie permettant par quatre miroirs 20, 21, 22 et 23 de devier les angles d'ouvertures et par deux lentilles 26 et 27 de superposer les segments images sur un même support plan 28. Le système ne nécessite alors qu'un récepteur optique en 28. Ainsi, une lumière 10 dans le secteur C est associée à deux angles a<sub>1</sub> et a<sub>2</sub> comme précédemment et à deux images sur le segment d'abscisses  $x_1 = F \tan (a_1 - a_0)$  et  $x_2 = F \tan (a_2 - a_0)$ .

Il est possible de dissocier les deux taches lumineuses images en interposant sur les trajets optiques deux cellules planes à cristaux liquides 24 et 25 qui interrompent alternativement les trajets droit et gauche. Ainsi les images de la source lumineuse 10 sont alternativement mesurées en x<sub>1</sub> et x<sub>2</sub>. Toute autre géométrie de système optique comportant une multiplicité de lentilles et de miroirs susceptible de superposer les images sur un segment unique peut également être mise en oeuvre, nous ne les décrirons pas toutes.

Le récepteur optique est décrit plus précisément en figure 3. Il comporte une lentille 30, un capteur opto-électronique 31 dans le plan contenant l'image du point de C le plus éloigné et perpendiculaire à l'axe O de la lentille.

Le capteur opto-électronique est un capteur linéaire , une barrette CCD par exemple permettant une mesure échantillonée de l'intensité lumineuse sur le segment image ; ou un récepteur linéaire , permettant une mesure continue de l'intensité lumineuse sur le segment image . Nous allons décrire le fonctionnement échantilloné d'une barrette CCD , le même type de traitement s'appliquera continuement à un récepteur linéaire . La barrette CCD est constituée d'une multiplicité de diodes réceptrices accolées émettant à fréquence fixe un train de n signaux électriques respectivement proportionnels à la quantité de lumière reçue pendant une période par chacune des diodes .

On ne représente pas le système optique avec superposition des segments images . Il 10 comporte deux lentilles , deux miroirs et une barrette CCD ou un récepteur linéaire suivant la géométrie de la figure 2

En figure 4 , le profil de la luminosité sur le segment image met en évidence un pic à l'abscisse x correspondant à l'angle a tel que  $F \operatorname{tg} a = x$  de la source lumineuse . Le sommet de ce pic correspond à l'abscisse exacte de la lumière , il est détecté par la diode N de la CCD . Le 15 signal n dans le train de signaux atteint un maximum correspondant à l'abscisse x du pic lumineux . Une simple détection de maximum de la luminosité permet donc d'enregistrer l'adresse de la diode illuminée , d'en déduire l'abscisse de l'image de la source lumineuse , et de calculer l'angle a de la source lumineuse . Deux récepteurs optiques permettent donc de mesurer pour une source unique 10 deux angles  $a_1$  et  $a_2$  et de calculer la position de la source 20 lumineuse dans la zone C .

Le traitement auquel est soumis le signal continu d'un récepteur linéaire est similaire , il consiste à calculer la phase de l'impulsion correspondant à l'image de la source lumineuse par rapport à la commande de synchronisation de début de signal . Cette phase est alors proportionnelle à l'abscisse x mesurée .

25 L'inconvénient d'une simple détection de maximum dans la courbe d'échantillonage de la luminosité est qu'une telle détection est facilement bruitée , ce qui déplace aléatoirement la position apparente de l'image , que d'autre part l'image de la source lumineuse s'étale sur un grand nombre de diodes contigües car le système n'est pas focalisé , ce qui réduit la sensibilité de la détection , et enfin qu'il est difficile par une telle méthode de mesurer plusieurs maxima 30 sur un même échantillonage . Pour ces raisons nous proposons un exemple de traitement de signal de CCD et un exemple d'électronique pour effectuer ledit traitement .

Ce traitement consiste à convoluer simultanément le signal échantilloné représenté en a figure 5 par trois signaux b , c , d en temps réel . Les trois signaux sont à des fréquences de base multiples . Les trois signaux convolus admettent des maxima qui sont moins sensibles 35 aux bruits , l'effet de l'étalement de la tâche lumineuse est compensé : b filtre une tâche lumineuse étroite , c une tâche moyenne , d une large ; et enfin , il est possible de détecter plusieurs maxima d'un même échantillonage convolé ce qui permet la mesure de plusieurs abscisses . Les courbes B et C représentent les résultats de convolution par les fonctions b et c 40 de courbes d'intensités lumineuses bruitées correspondant à des tâches lumineuses respectivement étroites , moyennes et larges .

Ces courbes de convolution apparaissent moins bruitées, le maximum correspondant pour le filtre de largeur adéquate à l'abscisse recherchée.

En figure 6, on donne un exemple d'organigramme de l'électronique de traitement en temps réel du signal émis par la CCD, dont la sortie S est un ensemble d'adresses de maxima des échantillonages convolus par les courbes b, c, et d respectivement. Ces adresses sont interprétées par un calculateur qui en déduit la position de la ou des sources lumineuses. L'organigramme comporte une barrette CCD, synchronisée par une horloge H et un compteur C qui commande le début d'échantillonage. Le signal de sortie de CCD est converti par un convertisseur analogique numérique CAN synchronisé avec la CCD; il génère des mots de  $k$  bits à la fréquence de l'horloge, c'est le signal lumineux échantilloné. Chaque mot parcourt une série de  $l$  mémoires volatiles L respectivement qui constituent un registre à décalage,  $l$  étant la largeur du filtre d en nombre de signaux. Pour le schéma présenté on a pris par exemple  $l = 81$ . A chaque période une série d'additions et de soustractions de mots est effectuée, ces mots sont acquis en sortie de quelques mémoires L du registre et le résultat de cette sommation est la convolution du signal échantilloné à la période donnée, par la fonction définie par les opérations effectuées sur les différents mots. A la période suivante le registre est décalé et le résultat des opérations est la valeur suivante de la convolution.

Une fonction de convolution étant la somme de groupes de mots qui se suivent, cette somme est renouvelée à chaque décalage des mots en ajoutant à sa dernière valeur connue le dernier mot du groupe et en soustrayant le premier. En procédant ainsi, on obtient en B, C, D les résultats de convolutions pour les trois filtres. Le maximum des trois convolutions est calculé et comparé au précédent maximum. L'adresse de chaque nouveau maximum supérieur au précédent est stocké dans le registre S. L'adresse finale stockée quand tous les mots ont été convolus donne l'abscisse et l'angle réels de la source lumineuse.

En figure 7 est décrit un exemple de stylo muni de la source lumineuse détectée. Ce stylo permet une écriture normale sur papier. La source lumineuse n'est allumée que pendant le contact de la mine avec le papier. Ainsi la trajectoire mesurée par le capteur reproduit exactement l'écriture sur le papier, et l'interruption du tracé s'accompagne de l'extinction de la source lumineuse. Le stylo comporte une source lumineuse 71, une mini diode luminescente infrarouge par exemple, une mine de type stylo bille 72 munie de sa réserve d'encre, dont l'extrémité métallique est connectée à une pile 73. L'autre broche de la pile est connectée à l'entrée de la diode émettrice. La sortie de diode est connectée à un contacteur 74 qui touche la mine quand celle-ci appuie sur le papier et se déforme de manière élastique. Le contacteur 74 et la mine métalliques tiennent donc lieu de contacteur par pression. Une fine lame ressort 75 maintient le circuit ouvert et la lumière éteinte quand le papier n'appuie pas sur la mine. Suivant l'invention la pile peut être rechargeable, le circuit muni d'un dispositif de régulation du courant traversant la diode et le dispositif contacteur peuvent être de toute autre nature. La source lumineuse peut ne pas être une diode.

Suivant un mode de réalisation non exclusif, le capteur comporte un calculateur programmé pour la reconnaissance des caractères manuscrits mesurés et la transmission de l'écriture en caractères informatiques notamment ascii.

Revendications

- 1°) Capteur d'écriture manuscrite constitué
- d'une source lumineuse ponctuelle mobile associée à
  - un capteur de mesure muni
  - de deux capteurs optiques mesurant chacun une coordonnée angulaire dans un plan
- 5 commun aux-dits capteurs optiques d'une source lumineuse ponctuelle, permettant à tout instant la mesure des deux coordonnées de ladite source lumineuse mobile dans ledit plan lié au-dit capteur de mesure et
- muni de l'électronique de traitement.
- 2°) Capteur de mesure suivant la revendication 1 caractérisé en ce que les deux dits
- 10 capteurs optiques mesurent l'abscisse de la tache lumineuse image conjuguée de ladite source lumineuse mobile à travers une optique de conjugaison sur un segment image dudit plan.
- 3°) Dispositif suivant les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que le dit segment est physiquement constitué d'une barrette CCD, c'est à dire d'un réseau d'une multiplicité de diodes électro-optique accolées délivrant des charges électriques respectivement proportionnelles à
- 15 l'intensité lumineuse reçue pendant une durée définie.
- 4°) Dispositif suivant les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que le dit segment est physiquement constitué d'une barrette linéaire à transfert de charge continu.
- 5°) Capteur optique suivant les revendications 1 et 2, 3 ou 4 caractérisé en ce qu'il comporte une combinaison de miroirs et de lentilles permettant de superposer les deux images de la
- 20 source lumineuse sur une barrette unique et d'effectuer les mesures des deux angles sur une barrette unique ; les-dites images pouvant être dissociées par l'interposition sur les trajets optiques d'atténuateurs lumineux à cristaux liquides.
- 6°) Dispositif électronique de filtrage du signal de la CCD ou de la barrette à transfert de charge associé au capteur suivant les revendications 1 et 2 caractérisé en ce qu'il réalise une
- 25 convolution du signal émis par la barrette CCD par une ou plusieurs fonctions tests pour obtenir une mesure plus précise de l'abscisse de l'image de la source lumineuse et une détection au rapport signal sur bruit améliorée.
- 7°) Capteur suivant toutes les revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte un
- 30 calculateur programmé pour la reconnaissance des caractères manuscrits mesurés et la transmission de l'écriture en caractères informatiques notamment ascii.
- 8°) Stylo comportant une source lumineuse ponctuelle suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est muni d'une batterie rechargeable et d'un contacteur par pression qui permet d'alimenter en courant la source lumineuse quand le stylo écrit.
- 9°) Capteur d'écriture manuscrite caractérisé en ce qu'il associe un capteur suivant les
- 35 revendications 1, 2 et 3 ou 4 et un stylo suivant la revendication 8

Fig 1

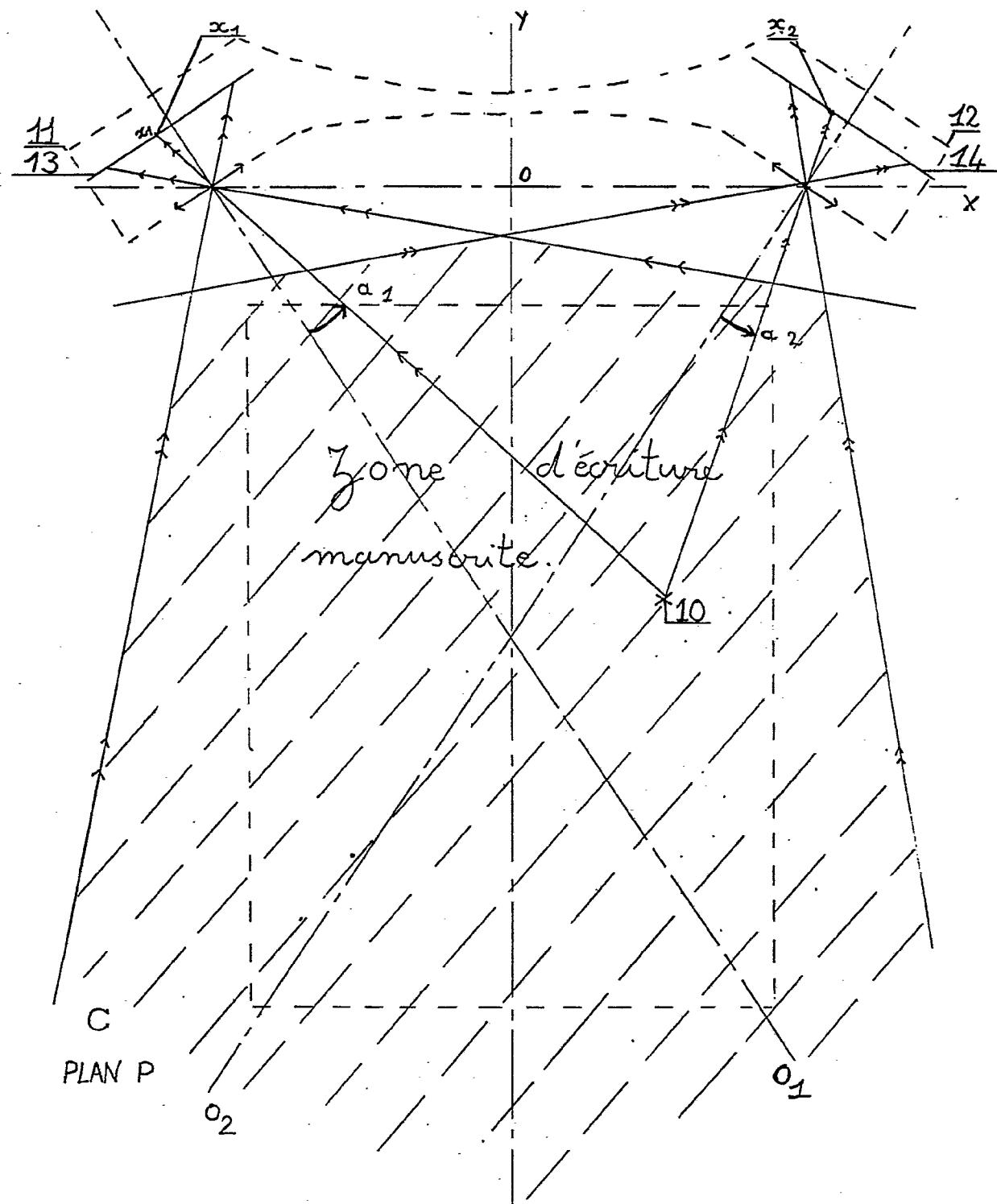
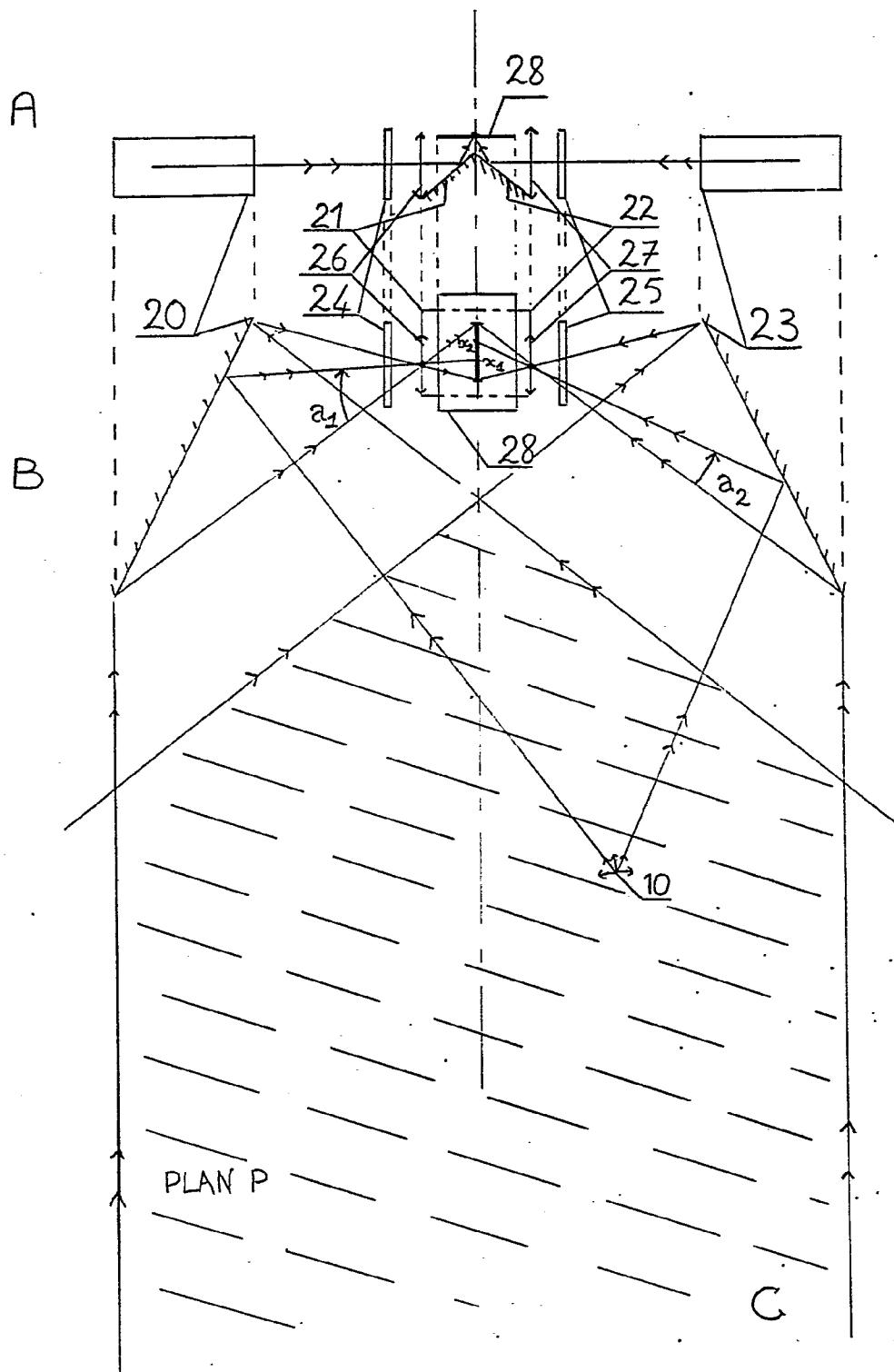


Fig 2



3/6

2650904

Fig 3

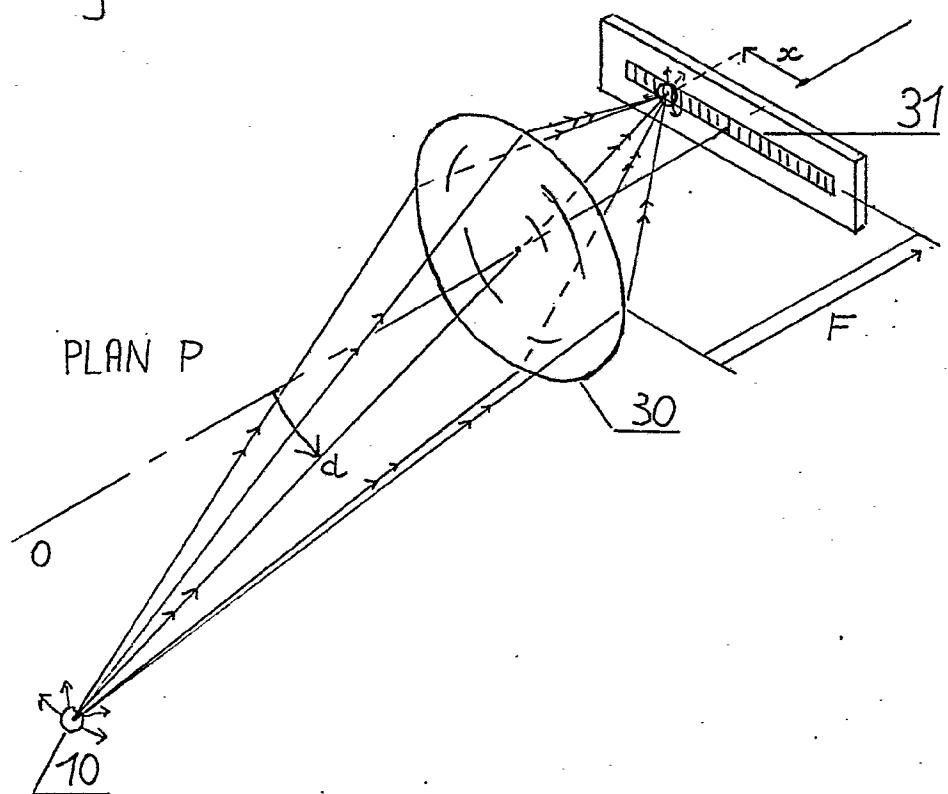
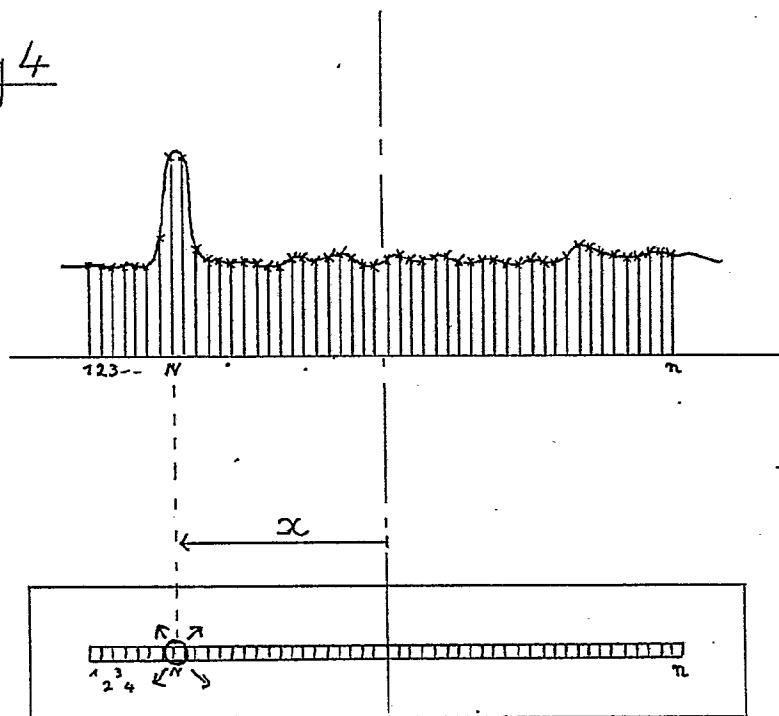


Fig 4



4/6

2650904

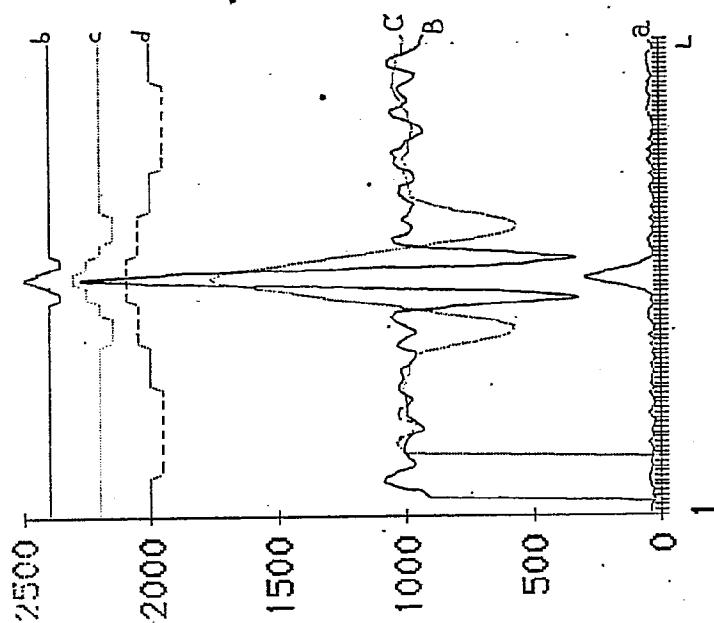
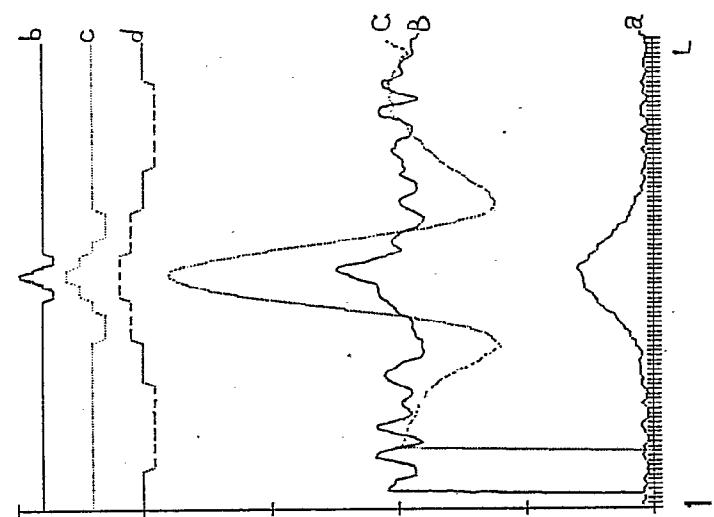
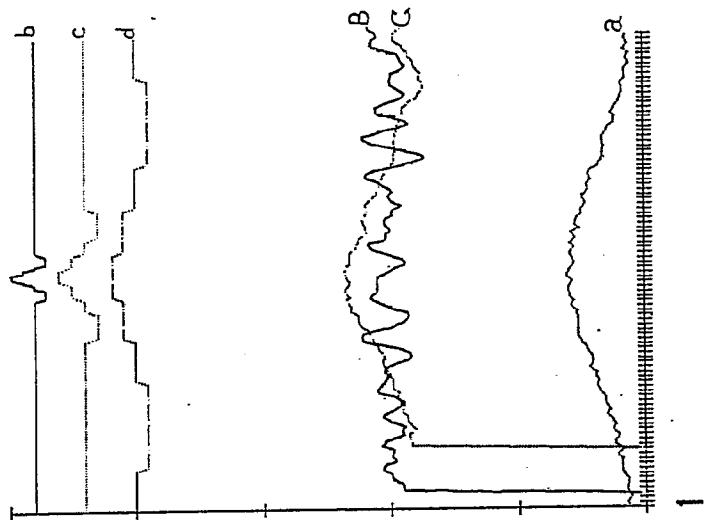
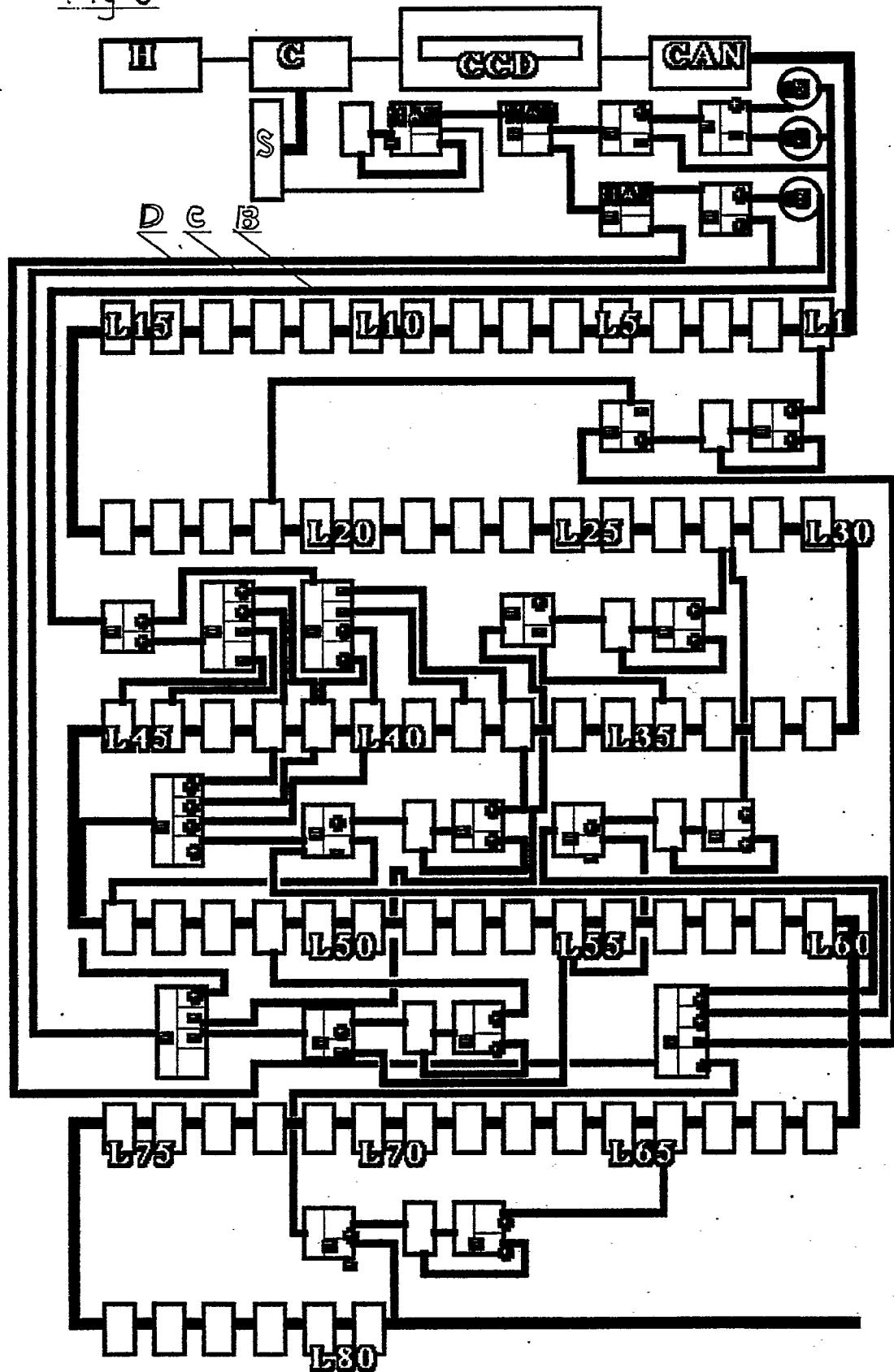


Fig 5

Fig 6



6/6

2650904

Fig 7

